

This Page Is Inserted by FEW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the

Image Problems Mailbox

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 198 44 840 A 1

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 T 13/74**  
B 60 T 8/32  
B 60 T 8/00

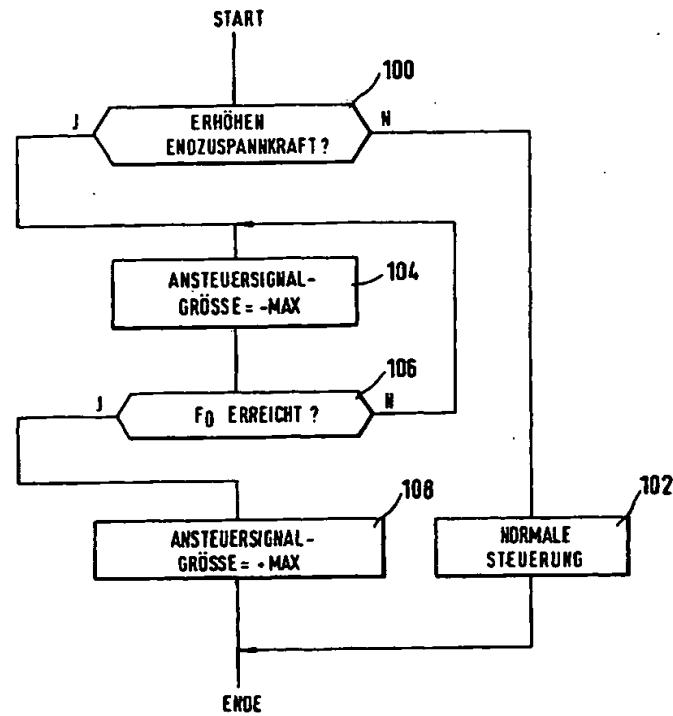
⑯ Aktenzeichen: 198 44 840.6  
⑯ Anmeldetag: 30. 9. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 13. 4. 2000

⑰ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑰ Erfinder:  
Decker, Heinz, 71665 Vaihingen, DE; Loercher,  
Klaus, 75378 Bad Liebenzell, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer elektrisch gesteuerten Bremsanlage  
⑯ Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer elektrisch gesteuerten Bremsanlage vorgeschlagen, wobei zur Erhöhung der Endzuspannkraft in wenigstens einem vorgegebenen Betriebszustand die Radbremse zunächst gelöst und nach Erreichen eines vorbestimmten Kriteriums wieder gespannt wird.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer elektrisch gesteuerten Bremsanlage.

Elektrisch gesteuerte Bremsanlagen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Derartige Bremsanlagen bringen in den Radbremsen abhängig von einem Fahrerbremswunsch eine Zuspannkraft mittels eines Elektromotors, mittels einer hydraulischen oder pneumatischen Druckübertragung auf, welche abhängig von elektrischen Ansteuersignalen eingestellt wird. Eine Bremsanlage mit elektromotorischer Zuspannung ist z. B. aus der DE-A 195 26 645 bekannt. Bei einer solchen Bremsanlage wird abhängig von dem wenigstens auf der Basis der Auslenkung des Bremspedals gebildeten Fahrerbremswunsch Ansteuersignale für die elektromotorischen Bremsenstellern der einzelnen Radbremsen gebildet. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel erfolgt die Steuerung der Elektromotoren im Rahmen eines Bremsmomentenregelkreises. Dabei kann es auftreten, daß die quasistatisch erreichte Endzuspannkraft zur Bereitstellung der vom Fahrer gewünschten Bremswirkung, zum Beispiel durch Überhitzung der Bremse, nicht ausreicht (Fading).

Es ist Aufgabe der Erfindung, Maßnahmen anzugeben, mit welchen die quasistatisch erreichte Zuspannkraft einer elektrisch gesteuerten Bremsanlage erhöht werden kann.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Lösung erlaubt die Erhöhung der quasistatisch erreichten Endzuspannkraft einer elektrisch gesteuerten Radbremse. Dadurch wird die Bremswirkung deutlich verbessert.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die erfindungsgemäße Lösung nur in bestimmten Betriebssituationen, in denen die durch die im Rahmen einer normalen Regelung erreichten quasistatischen Endzuspannkraft zur Bereitstellung der vom Fahrer gewünschten Bremswirkung nicht ausreicht (z. B. durch Fading). Durch die erfindungsgemäße Lösung wird eine Verbesserung der Bremswirkung erreicht und eine Bremswirkung bereitgestellt, die der vom Fahrer gewünschten Bremswirkung entspricht.

Besonders vorteilhaft ist die Anwendung der erfindungsgemäßen Lösung bei sogenannten Fading-Zuständen der Bremse.

Besonders vorteilhaft ist, daß zur Durchführung der erfindungsgemäßen Lösung die Radbremse zunächst mit maximaler Ansteuersignalgröße in Löserichtung gelöst wird, bis die Zuspannkraft einen bestimmten Wert erreicht und dann mit maximal möglicher Ansteuersignalgröße in positiver Richtung erneut zugespannt wird.

Besonders vorteilhaft ist die Anwendung der erfindungsgemäßen Lösung bei allen Typen elektrisch gesteuerter Bremsanlagen, d. h. bei elektromechanisch gesteuerten, bei elektrohydraulischen oder elektropneumatischen Bremsanlagen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Fig. 1 zeigt ein Übersichtsschaltbild einer elektrisch gesteuerten Bremsanlage am bevorzugten Ausführungsbeispiel einer elektromechanischen Bremsanlage. In Fig. 2 ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lösung als Flußdiagramm dargestellt, während in Fig. 3 anhand eines Zeitdiagramms die Wirkungsweise der in Fig. 2 dargestellten Lö-

sung verdeutlicht ist.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

5 Fig. 1 zeigt ein Übersichtsschaltbild einer Bremsanlage eines Fahrzeugs mit elektromotorischer Zuspannung am Beispiel einer Achse. Dabei ist mit 10 ein elektronisches Steuergerät dargestellt, welches über die Ausgangsleitungen 12 und 14 Elektromotoren 16 und 18 ansteuert. Die Elektromotoren sind dabei Teil von Bremsenstellern 20 bzw. 22, die über mechanische Verbindungen 24 bzw. 26 auf die Bremsenrichungen 28 bzw. 30 der Räder 32 bzw. 34 einwirken. Eine entsprechende Anordnung findet sich an den weiteren Achsen des Fahrzeugs. Bei den Ansteuersignalen handelt es sich in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel um pulsweitenmodulierte Signal für die beiden Bewegungsrichtungen, in anderen Ausführungsbeispielen um Signale mit zwischen zwei Maximalwerten veränderbaren Strom- oder Spannungswerten. Ferner sind Kraft- oder Momentensensoren 40 bzw. 42 vorgesehen, deren Signale über die Leitungen 44 bzw. 46 der Steuereinheit 10 zugeführt werden. Diese Kraftsensoren ermitteln die Abstützkräfte der Bremsensteller und ermitteln auf diese Weise ein Maß für die wirkenden Bremskräfte bzw. Bremsmomente. Dabei kann es sich um Sensoren handeln, die direkt die Abstützkräfte bzw. die wirkenden Momente erfassen, oder aus deren Signale man die entsprechenden Größen ggf. unter Berücksichtigung anderer Betriebsgrößen der Bremsanlage und/oder des Fahrzeugs ableitet. Ferner sind in Fig. 1 Eingangsleitungen 30 48 bis 50 der Steuereinheit 10 dargestellt, die diese mit Meßeinrichtungen 52 bis 54 verbinden. Diese Meßeinrichtungen erfassen weitere Betriebsgrößen des Fahrzeugs bzw. der Bremsanlage wie Radgeschwindigkeiten, die Drehzahl der Antriebseinheit des Fahrzeugs, etc., die für die Steuerung der Bremsanlage notwendig sind. Ferner ist eine Eingangsleitung 56 vorgesehen, welche die Steuereinheit 10 mit einer Meßeinrichtung 58 zur Erfassung des Fahrerwunsches, insbesondere zur Erfassung der Auslenkung und/oder der Betätigungszeit eines vom Fahrer betätigten Bremspedals verbunden.

35 Die Steuereinheit 10 erfaßt über die Leitung 56 den Fahrerbremswunsch. Diesen setzt sie anhand von für jede Radbremse oder Gruppe von Radbremsen vorprogrammierten Kennfeldern in Sollwerte für die einzelnen Radbremsen um. 45 Diese Sollwerte entsprechen je nach Ausführungsbeispiel den einzustellenden Bremsmomenten oder Bremskräften, die im Rahmen eines entsprechenden Regelkreises durch Ansteuerung der Elektromotoren der Radbremsen eingestellt werden. Die Zuordnung des Fahrerwunsches zu den 50 Sollwerten ist dabei in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel abhängig von Parametern wie Achslasten, Bremsbelagverschleiß, Bremsentemperatur, etc., deren Größen über die Leitungen 48 bis 50 der Steuereinheit 10 zugeführt werden. Ferner führt die Steuereinheit 10 im Rahmen von Sonderbremszuständen die an sich bekannten Antiblockierregelfunktionen bzw. Antriebsschlupfregelfunktionen auf der Basis der zugeführten Radgeschwindigkeiten durch.

55 Bei einer derartigen Bremsanlage kann es in einigen Betriebszuständen, beispielsweise durch Überhitzung der Bremsanlage, oder durch andere Einflüsse vorkommen, daß die vom Fahrer gewünschte Bremswirkung nicht erreicht wird bzw. eine bereits erreichte Bremswirkung nachläßt (Fading). Dies führt im gezeigten Ausführungsbeispiel dazu, daß der Regler die Ansteuersignalgröße erhöht, bis deren 60 Maximalwert erreicht ist, ohne das sich die quasistatisch erreichte Endzuspannkraft an den Radbremsen bzw. das entsprechende Bremsmoment den vom Fahrer gewünschten Wert erreicht. Wird ein derartiger Betriebszustand erkannt,

wird gemäß der erfindungsgemäßen Lösung durch kurzzeitiges Lösen der Bremsen und erneutes Zuspannen der Bremsen die quasi stationäre Endzuspannkraft erhöht. Auf diese Weise können höhere Bremskräfte erreicht werden und der Fahrerbremswunsch auch unter widrigen Umständen erfüllt werden. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird eine maximale Ansteuersignalgröße in lösender Richtung ausgegeben (z. B. -12 V) bis die Bremskraft bzw. das Bremsmoment einen vorgegebenen Grenzwert erreicht hat (z. B. 1 kN). Ist dieser Grenzwert erreicht, erfolgt ein erneutes Zuspannen der Bremse mit maximaler positiver Ansteuersignalgröße in Zuspannrichtung (z. B. +12 V). Infolgedessen erhöht sich die quasi statisch erreichte Endzuspannkraft, die dann im Rahmen der Regelung ggf. zur Einstellung des Fahrerbremswunsches erniedrigt wird. Die Größen für die Ansteuersignalgröße und die für die Ansteuerumkehr zu erreichende Bremskraft bzw. Bremsmoment ist mit Blick auf die Zeitdauer zwischen dem Verlassen der Endzuspannkraft und zum Erreichen der erhöhten Endzuspannkraft zu optimieren. In einigen Ausführungsbeispielen können sich andere Werte, z. B. kleinere Ansteuersignalgröße, als geeignet erweisen.

Neben der Anwendung auf elektromotorische Bremsanlagen wird die erfindungsgemäße Lösung mit den angegebenen Vorteilen auf alle anderen elektrisch gesteuerten Bremsanlagen angewendet. Dies gilt insbesondere für elektrohydraulische oder elektropneumatische Bremsanlagen, bei welchem durch Ventile über Druckmittel die Zuspannkraft der Radbremse erzeugt wird. Auch bei diesen Bremsanlagen kann es zu Betriebssituationen kommen, in denen die gewünschte Bremswirkung nicht erreicht wird. Auch hier wird dann durch entsprechende Ventilansteuerung die Bremse zunächst gelöst und dann erneut zugespannt. Dabei werden ebenso Ansteuersignalgrößen verwendet, die die Zeitdauer zwischen Verlassen und wieder Erreichen der Endzuspannkraft minimieren. Besonders vorteilhaft ist, eine Daueransteuerung der Ventile für den Druckabbau und den Druckaufbau bereitzustellen.

Eine bevorzugte Realisierung der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, daß im Mikrocomputer der Steuereinheit ein entsprechendes Programm implementiert ist. Ein solches Programm ist als Flußdiagramm in Fig. 2 am Beispiel einer bevorzugten Ausführungsform erläutert. Das dort dargestellte Programm wird in vorgegebenen Zeitintervallen während eines Bremsvorgangs, d. h. während eines betätigten Bremspedals, durchlaufen.

Im ersten Schritt 100 wird überprüft, ob ein Betriebszustand erreicht ist, in dem eine Erhöhung der quasi statischen Endzuspannkraft notwendig ist. Für diesen Schritt stehen dem Fachmann verschiedene Möglichkeiten zur Lösung zur Verfügung. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die nachlassende Bremswirkung daran erkannt, daß, obwohl der entsprechende Bremsmomenten- oder Bremskraftregler mit seinem Ausgangssignal am Anschlag ist, d. h. einen Extremwert einnimmt, ohne daß die Regelabweichung zwischen Soll- und Istwert ausgeglichen wurde. In anderen Ausführungsbeispielen wird der Betriebszustand erkannt, in dem die tatsächlich vorhandene Bremswirkung, z. B. Verzögerung, mit der vom Fahrer vorgegeben verglichen wird.

Liegt ein solcher Betriebszustand nicht vor, wird gemäß Schritt 102 die normale Bremsensteuerung, d. h. die normale Regelung des Bremsmomentes, der Bremskraft oder eines anderen zu regelnden Parameters durchgeführt und das Programm beendet. Hat Schritt 100 ergeben, daß der Betriebszustand zum Erhöhen der quasi statischen Endzuspannkraft vorliegt, wird gemäß Schritt 104 die Ansteuersignalgröße auf einen vorgegebenen, die Bremse lösenden Wert gesetzt. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist

diese Ansteuersignalgröße die negative Maximalgröße, die zu einem möglichst schnellen Lösen der Bremse führt. In anderen Ausführungsbeispielen ist diese Ansteuersignalgröße auf einen anderen Wert festgelegt, der sich aus der Optimierung des Löse- und Wiederzuspannvorgangs ergibt hat. Im darauffolgenden Schritt 106 wird überprüft, ob ein vorbestimmter Kraft- oder Momentenwert F0 erreicht ist. Dieser Wert kann 0 oder ein anderer Wert im Bereich der gelösten Radbremse sein. Ist dies nicht der Fall, wird weiterhin Schritt 104 durchgeführt. Ist der entsprechende Bremskraft- bzw. Bremsmomentenwert erreicht, wird die Ansteuersignalgröße gemäß Schritt 108 auf einen vorgegebenen, zuspannenden Wert gesetzt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird hier die positive, zuspannende maximale Ansteuersignalgröße ausgegeben. Dies erfolgt solange, bis die quasi statische Endzuspannkraft wieder erreicht ist, sich die Kraft bzw. das Bremsmoment nicht mehr ändert. Danach wird das Programm beendet und zum nächsten Zeitpunkt mit Schritt 100 wieder begonnen.

Auch bei der maximal positiven Ansteuersignalgröße gemäß Schritt 100 können je nach Ausführungsbeispiel andere Werte gewählt werden, die zu einer Erhöhung der Endzuspannkraft beitragen.

In Fig. 3 ist ein Zeitdiagramm zur Verdeutlichung der Wirkungsweise der anhand in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform gezeichnet. Dabei ist der Zeitverlauf der Bremskraft F bzw. des Bremsmomentes sowie der zeitliche Verlauf der Ansteuersignalgröße U aufgetragen. Das System befindet sich in einer quasi statischen Endzuspannphase, d. h. eine Änderung der Bremskraft tritt trotz maximal zuspannender Ansteuersignalgröße U nicht mehr ein. In diesem Betriebszustand seien die Voraussetzungen zur Erhöhung der Endzuspannkraft erfüllt. Daher wird zum Zeitpunkt T0 die Ansteuersignalgröße U auf ihren negativen, lösenden Maximalwert gesetzt. Dies führt zu einer schnellen Reduzierung der Bremskraft (des Bremsmoments), die zum Zeitpunkt T1 den Schwellenwert F0 erreicht. Dies führt dazu, daß die Ansteuersignalgröße U wieder auf ihren maximalen Wert UMAX erhöht wird. Entsprechend erfolgt eine Zunahme der Bremskraft, da die Radbremse wieder zugespannt wird. Zum Zeitpunkt T2 ist eine neue quasi statische Endzuspannkraft F2 erreicht, die höher als die Ausgangsendzuspannkraft F1 ist. Eine Erhöhung der quasi statären Endzuspannkraft hat als stattgefunden. In einem Ausführungsbeispiel wurden als Werte für die Ansteuersignalgröße +12 V für UMAX und -12 V für -UMAX gewählt. Dies führt im gezeigten Ausführungsbeispiel zu einer Erhöhung der Bremskraft um ca 4 kN, wobei F1 21,7 kN und F2 25,7 kN sind. Der Schwellenwert F0 wurde mit 1 kN gewählt. Die Zeit vom Verlassen der quasi statären Endzuspannkraft bis zum Erreichen der neuen Endzuspannkraft betrug in dem gezeigten Ausführungsbeispiel 380 ms. Eine Beeinträchtigung der Bremswirkung ist damit nicht verbunden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer elektrisch gesteuerten Bremsanlage, wobei zum Zuspannen und Lösen wenigstens einer Radbremse ein elektrisches Ansteuersignal ausgegeben wird, welches einen der Radbremse zugeordneten Bremsensteller in zuspannender oder lösender Richtung betätigt, dadurch gekennzeichnet, daß in wenigstens einem Betriebszustand, in dem eine Erhöhung der quasistatischen Bremswirkung gewünscht ist, bei betätigter Radbremse eine Ansteuersignalgröße gebildet wird, die die Radbremse zunächst löst und dann erneut zuspannt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-

net, daß dieser Betriebszustand ein Betriebszustand ist, in dem die Bremswirkung an der Radbremse der vom Fahrer vorgegebenen nicht entspricht.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lösen der Bremse bei Erreichen eines quasi statischen Endzustands vorgenommen wird, bei Erreichen einer vorbestimmten Bremswirkung die Bremse wieder zugespannt wird. 5

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Lösen der Bremse eine vorgegebene Ansteuersignalgröße, insbesondere ein negativer Maximalwert, ausgegeben wird, beim Zuspannen der Bremse, eine positive, zuspannende Ansteuersignalgröße, vorzugsweise deren Maximalwert ausgegeben wird. 10

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremswirkung auf der Basis von Bremskräften oder Bremsmomenten erfaßt wird, und das Kriterium zum erneuten Zuspannen der Radbremse das Unterschreiten eines vorbestimmten Bremskraft- oder Bremsmomentenwerts ist. 20

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bremsensteller einen Elektromotor umfaßt, welcher die Zuspannkraft für die Radbremse aufbringt. 25

7. Vorrichtung zur Steuerung einer elektrisch gesteuerten Bremsanlage, mit einer Steuereinheit, welche Ansteuersignale bildet und an wenigstens einen Bremsensteller einer Radbremse ausgibt, wobei der Bremsensteller in Abhängigkeit der Ansteuersignalgröße in die Radbremse lösender oder zuspannender Richtung betätigt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit Erkennungsmittel umfaßt, welche wenigstens einen Betriebszustand erkennen, in dem eine Erhöhung der quasistatischen Bremswirkung gewünscht ist, die Steuereinheit ferner Steuermittel umfaßt, welche bei Vorliegen dieses wenigstens einen Betriebszustandes eine Ansteuersignalgröße bilden, die zunächst die Bremse löst und dann wieder zuspannt. 30

40

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

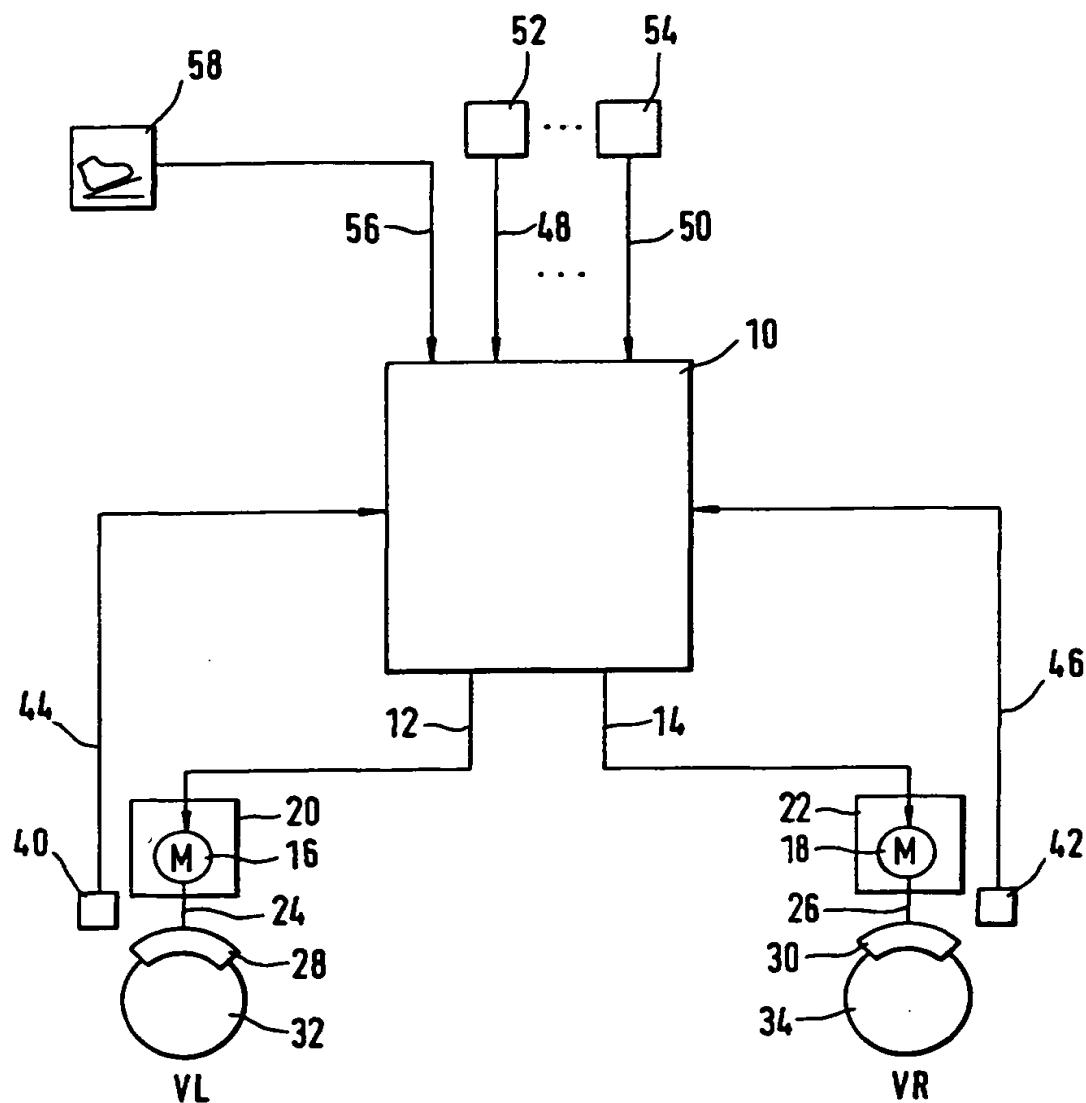
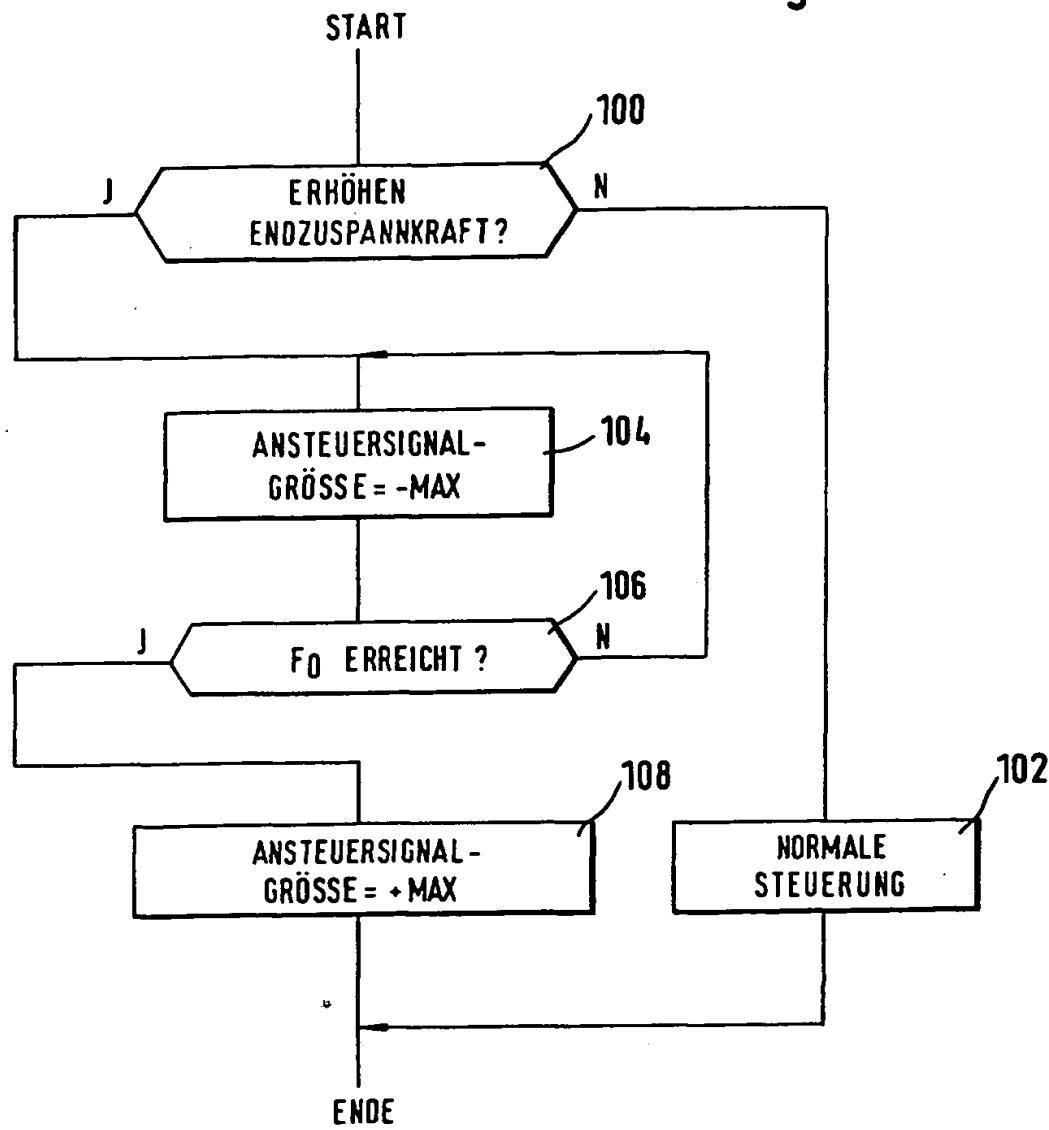


Fig.1

Fig. 2



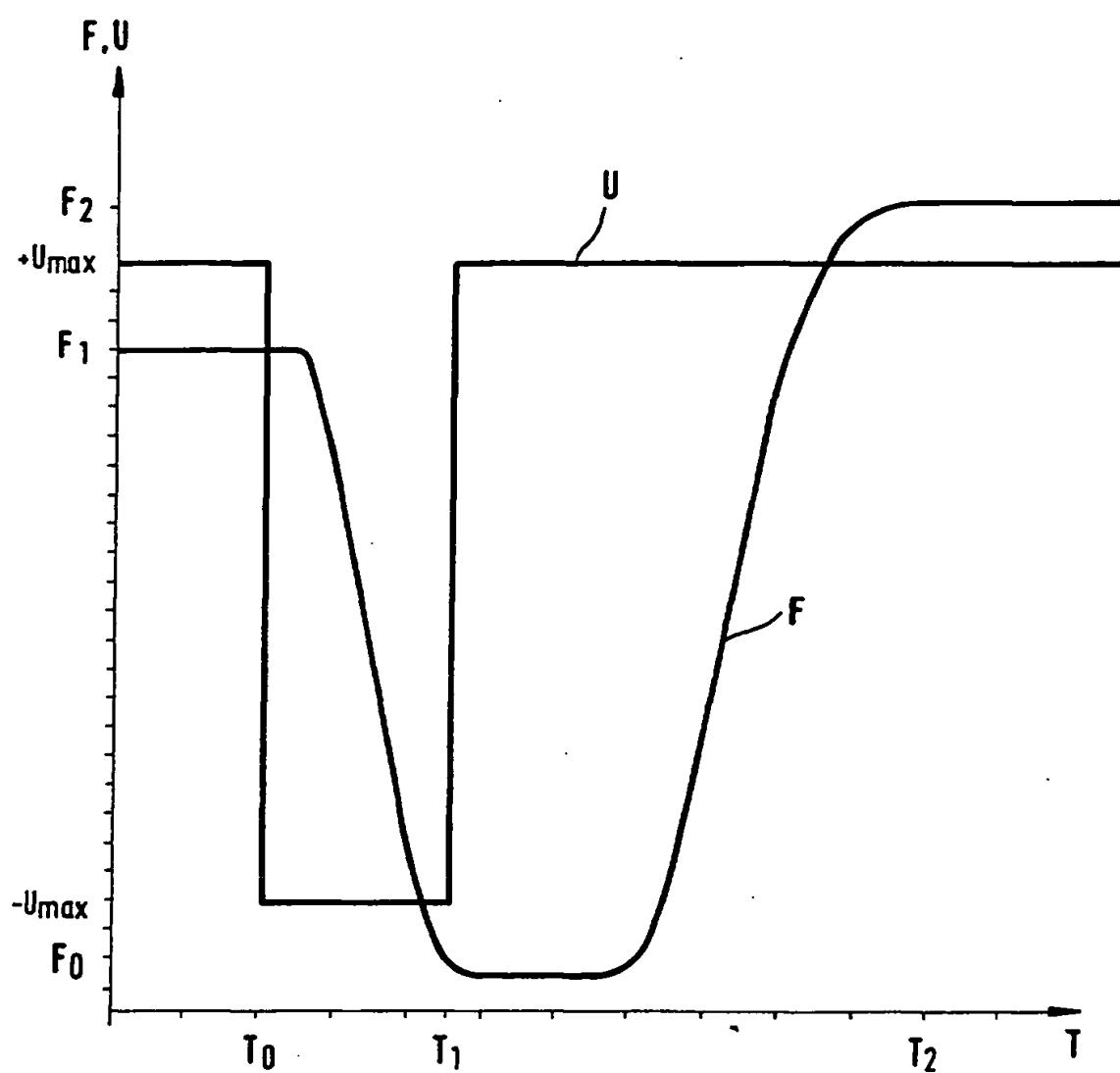


Fig. 3